

ANALISIS PENINGKATAN TEBAL PERKERASAN RUNWAY DI LANUD RADEN SADJAD RANAI KABUPATEN NATUNA

Budi Setiawan*. Sahat Martua Sihombing, Lydia Darmiyanti.
Prodi Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana, Indonesia
Budisetiawan100.bs@gmail.com

Abstrak

Provinsi Kepulauan Riau saat ini menjadi salah satu provinsi di Indonesia yang mengalami perkembangan yang signifikan khususnya pada sektor pariwisata. Kondisi ini mempengaruhi jumlah penggunaan jasa penerbangan komersial yang akan masuk maupun keluar dari daerah kita baik sekarang maupun pada waktu yang akan datang. Lanud Raden Sadjad Ranai Kabupaten Natuna merupakan pintu gerbang Pulau Natuna dan menjadi Bandar udara utama yang saat ini melayani penerbangan domestik standar internasional. Bandar udara ini menggunakan landasan pacu tunggal yang merupakan konfigurasi paling sederhana. Analisis tebal perkerasan lentur *runway* Lanud Raden Sadjad Ranai Kabupaten Natuna bertujuan untuk mengetahui tebal lapisan perkerasan lentur *runway* pada bandar udara. Adapun metode perencanaan yang dipakai adalah metode FAA (*Federal Aviation Administration*). Langkah pertama yang perlu diperhatikan adalah nilai CBR (*California Bearing Ratio*) tanah dasar, penentuan nilai *modulus of subgrade*, pemilihan pesawat rencana, MTOW pesawat, beban satu roda pesawat (W_2), keberangkatan terkoreksi (R_2), beban satu roda pesawat rencana (W_1) dan *equivalent annual deparature* pesawat rencana (R_1). Analisis tebal perkerasan ini menggunakan pesawat rencana *C-130 Hercules* dan *Boeing 737-500*. Berdasarkan data yang didapatkan, selanjutnya nilai MTOW pesawat rencana, nilai klasifikasi *subgrade* menurut FAA diplotkan pada kurva evaluasi tebal perkerasan lentur FAA sehingga didapatkan tebal perkerasan, hasil kajian ini menunjukkan bahwa untuk pesawat rencana *C-130 Hercules* dan *Boeing 737-500* dibutuhkan tebal *surface coarse* 21,59 cm dengan 41,91 cm lapisan *subbase coarse*. Hasil dengan aplikasi *COMFAA* perbandingan ini dibutuhkan tebal perkerasan *surface coarse* 20 cm dengan 30 cm lapisan *base coarse* dan 12,24 cm lapisan *subbase*.

Kata kunci: Perkerasan, *runway*, pesawat, Bandar udara, Lanud Raden Sadjad Ranai

Abstract

The Riau Islands Province is currently one of the provinces in Indonesia which is experiencing significant development, especially in the tourism sector. This condition affects the number of use of commercial aviation services that will enter and leave our area both now and in the future. Raden Sadjad Ranai Lanud, Natuna Regency is the gateway to Natuna Island and is the main airport which currently serves international standard domestic flights. The airport uses a single runway which is the simplest configuration. Analysis of the flexible pavement thickness of the runway at Raden Sadjad Ranai Air Force Base in Natuna Regency aims to determine the thickness of the flexible pavement layer of the runway at the airport. The planning method used is the FAA (Federal Aviation Administration) method. The first step that needs to be considered is the CBR (California Bearing Ratio) value of the subgrade, the determination of the modulus of subgrade value, the selection of the plan plane, the MTOW of the aircraft, the load of one aircraft wheel (W_2), corrected departure (R_2), the load of one wheel of the aircraft plan (W_1) and the equivalent annual deparature of the planned aircraft (R_1). This pavement thickness analysis uses the plan C-130 Hercules and Boeing 737-500 aircraft. Based on the data obtained, then the plan aircraft MTOW value, the subgrade classification value according to the FAA is plotted on the FAA flexible pavement thickness evaluation curve so that the pavement thickness is obtained, the results of this study indicate that for plan aircraft C-130 Hercules and Boeing 737-500 required surface coarse thickness 21.59 cm by 41.91 cm coarse subbase layer. The results with this comparison COMFAA application required a surface coarse pavement thickness of 20 cm with 30 cm of base coarse layer and 12.24 cm of subbase layer

.Keywords: pavements, runways, planes, airports, Raden Sadjad Ranai Airbase

1. PENDAHULUAN

Bandar udara adalah lapangan terbang yang dipergunakan untuk mendarat dan lepas landas pesawat udara, naik turun penumpang, dan atau bongkar muat kargo dan atau pos, serta dilengkapi dengan fasilitas keselamatan penerbangan dan sebagai perpindahan antar moda transportasi (Suharno H, 2015), sebagai prasarana pokok sub sektor transportasi udara dalam penyelenggaraan penerbangan merupakan tempat untuk pelayanan jasa angkutan udara harus ditata secara terpadu guna mewujudkan penyedia jasa kebandarudaraan yang merupakan satu kesatuan dalam tatanan kebandarudaraan nasional.

Salah satu upaya penunjang beragam kegiatan masyarakat adalah melalui peningkatan infrastruktur perhubungan udara dan penyempurnaan beberapa fasilitas pada sektor perhubungan lainnya.

Dukungan infrastruktur tersebut diharapkan dapat menunjang pembangunan Kepulauan Riau pada umumnya dan Kabupaten Natuna pada khususnya dan selanjutnya dapat memberikan dampak yang lebih baik serta mendorong masyarakat untuk melakukan pergerakan yang lebih tinggi, kompleks dan lebih meluas.

Tahun 2017 sampai dengan saat ini Lanud Raden Sadjad Ranai memiliki panjang *runway* 2.560 m x 45 m dengan kondisi perkerasan aspal *hotmix*, dengan pesawat terbesar yang dapat mendarat adalah pesawat militer dari TNI AU yaitu C-130 *Hercules* yang berkapasitas 98 orang penumpang. Agar Lanud Raden Sadjad Ranai bisa lebih maju, maka perlu dilakukan pembenahan pada masing- masing fasilitas Lanud Raden Sadjad Ranai.

Meningkatnya permintaan penunpangan seiring pertumbuhan penumpang yang lebih besar memiliki implikasi yang cukup signifikan untuk infrastruktur yang harus disiapkan pada Lanud atau Bandar Udara. Dengan alasan seperti itulah maka diperlukan perencanaan ulang pada Lanud Raden Sadjad Ranai untuk peningkatan transportasi penerbangan udara. Kegiatan perencanaan yang dilakukan adalah merencanakan tebal perkerasan yang baru pada *runway* agar dapat digunakan oleh pesawat *Boeing 737-500*.

Perkerasan adalah struktur yang terdiri dari beberapa lapisan dengan kekerasan dan daya dukung yang berlainan.

Perkerasan yang dibuat dari campuran aspal dengan agregat, digelar di atas suatu permukaan agregat mutu tinggi disebut perkerasan lentur, sedangkan perkerasan yang dibuat dari slab-slab beton (*portland cement concrete*) disebut perkerasan “*rigid*” (*Federal Aviation Administration, 2009*).

Perkerasan dibuat dengan fungsi sebagai tumpuan rata-rata pesawat, permukaan yang rata menghasilkan jalan pesawat yang *comfort*, dari fungsinya maka harus dijamin bahwa tiap-tiap lapisan dari atas ke bawah cukup kekerasan dan ketebalannya sehingga tidak mengalami “*Distress*” (perubahan karena tidak mampu menahan beban).

Untuk memberikan permukaan yang halus dan aman pada segala kondisi cuaca, serta ketebalan dari setiap lapisan harus cukup aman untuk menjamin bahwa beban pesawat yang bekerja tidak merusak perkerasan lapisan di bawahnya (Basuki H, 1984).

Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis memberikan judul “Analisis Peningkatan Tebal Perkerasan *Runway* di Lanud Raden Sadjad Ranai Kabupaten Natuna”.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi dalam penelitian ini dilakukan di Ranai, Kabupaten Natuna Provinsi Kepulauan Riau. Penelitian terkait kualitas pelayanan Lanud Raden Sadjad Ranai ini adalah pelayanan keberangkatan dan kedatangan penumpang. Selain data-data dari pengelola bandar udara, penulis mengharapkan dapat menunjang pembangunan pada infrastruktur bandar udara ini, sehingga dapat memberikan dampak yang lebih baik serta mendorong masyarakat untuk melakukan pergerakan yang lebih tinggi, kompleks dan lebih meluas.

Tahun 2017 sampai saat ini Lanud Raden Sadjad Ranai memiliki panjang 2.560 m x 45 m dengan kondisi perkerasan aspal *hotmix*. Dengan pesawat terbesar yang dapat mendarat adalah C-130 *Hercules* yang berkapasitas 98 orang penumpang dan volume penerbangan seminggu sekali. Terbatasnya frekuensi penerbangan dan jumlah kursi pesawat menyebabkan terjadinya keterbatasan penumpang untuk dilayani. Harga tiket yang tergolong mahal untuk penerbangan selama ± 1 jam 30 menit dari dan menuju Batam, tidak menyurutkan pengguna angkutan udara menggunakan perjalanan dari Lanud Raden Sadjad Ranai dari dan

menuju Batam. Karena apabila dibandingkan dengan waktu tempuh dengan menggunakan angkutan laut yaitu \pm 9 jam perjalanan dengan biaya sewa kendaraan \pm Rp. 2.000.000 dan \pm Rp.400.000 - 800.000 untuk tiket per orang, lamanya waktu tempuh dengan menggunakan angkutan laut dan darat menyebabkan penerbangan dengan angkutan udara tetap menjadi pilihan dalam bepergian dari dan menuju Natuna.

Agar Lanud Raden Sadjad Ranai bisa lebih maju, maka perlu dilakukan pembenahan pada masing-masing fasilitas Lanud Raden Sadjad Ranai.

Penentuan lokasi penelitian ini didasarkan atas beberapa pertimbangan, yang salah satunya yaitu Bandar Udara merupakan perusahaan yang bergerak dibidang transportasi jasa, sehingga bersentuhan langsung dengan masyarakat sebagai penerima layanan. Oleh karena itu kualitas pelayanan merupakan hal yang harus diutamakan. Hal inilah yang membuat penulis tertarik untuk menjadikan Lanud Raden Sadjad Ranai Kabupaten Natuna sebagai lokasi penelitian.

2.2 Metode Pengumpulan Data.

Data merupakan fakta yang sangat penting dalam penulisan karya ilmiah, dalam rangka pengumpulan data-data untuk menunjang terlaksananya penyusunan penelitian ini, maka pengumpulan data dilakukan dengan cara :

A. Studi Kepustakaan

Dalam hal ini peneliti berusaha dalam membaca literatur, prosedur, diktat serta laporan terdahulu yang berhubungan dengan masalah yang akan dibahas.

B. Dokumentasi

Dokumentasi adalah metode pengumpulan data mengenai hal-hal yang berupa catatan, buku, surat kabar, majalah dan sebagainya.

C. Observasi

Observasi adalah melakukan pengamatan kepada objek yang hendak diteliti. Metode ini dilakukan untuk menunjang agar penelitian yang dilakukan sesuai dengan yang diharapkan.

2.3 Jenis Data.

2.3.1 Data Umum

Data primer adalah data asli yang dikumpulkan oleh periset untuk menjawab masalah risetnya secara khusus (Istijanto, 2006:46). Data yang diambil langsung dari objeknya oleh peneliti berupa pengamatan secara langsung, wawancara, survey lapangan untuk mengetahui gambaran kondisi di lapangan serta dibuktikan dengan foto lokasi penelitian. Adapun teknik pengumpulan data yang dilakukan penulis adalah :

1. Wawancara (*Interview*)

Data yang dibutuhkan penulis diperoleh dengan cara menanyakan secara langsung (wawancara) mengenai pekerjaan yang telah dilaksanakan terkait dengan topik yang dibahas oleh penulis.

2. Studi Kepustakaan

Studi kepustakaan yaitu penelitian dilakukan untuk memperoleh pemahaman yang memadai mengenai konsep dan teori yang berkaitan dengan pembahasan tugas akhir ini. Dalam hal ini peneliti berusaha membaca literatur, prosedur, diktat serta laporan penelitian terdahulu yang berhubungan dengan masalah yang akan dibahas.

3. Dokumentasi

Dokumentasi adalah metode pengumpulan data mengenai hal-hal yang berupa laporan proyek, catatan, buku, surat kabar, majalah dan sebagainya.

4. Observasi

Observasi adalah melakukan pengamatan terhadap objek yang hendak diteliti. Metode tersebut dilakukan untuk menunjang sebuah penelitian agar penelitian yang dilakukan sesuai dengan yang diharapkan.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diambil oleh peneliti secara tidak langsung dari objek yang diteliti berupa kontur, peta topografi, data prakiraan kebutuhan lalu lintas angkutan udara dari data bandara yang diteliti.

3.4 Rencana Analisis Data.

Rencana analisa data merupakan suatu langkah yang penting menentukan dari suatu penelitian, karena analisa data berfungsi untuk menyimpulkan hasil penelitian. Analisis data dapat dilakukan melalui tahap sebagai

berikut ini:

A. Reduksi Data (*Reduction Data*)

Reduksi data diartikan sebagai proses pemilihan, pemisahan, perhatian pada penyederhanaan, pengabstrakan dan transformasi data kasar yang muncul dari catatan-catatan tertulis dilapangan. Data yang diperoleh di lokasi kemudian dituangkan dalam uraian atau laporan yang lengkap secara terinci. Laporan lapangan selanjutnya direduksi, dirangkum, dipilih hal-hal pokok, difokuskan pada hal-hal yang penting kemudian dicari tema atau polanya. Reduksi data digunakan peneliti sebagai teknik untuk menyederhanakan data dalam bentuk ringkasan. Data sekunder diperoleh dari kontraktor atau konsultan perencanaan, adapun data yang digunakan seperti lokasi proyek, metode pelaksanaan, gambar kerja, metode pelaksanaan, hasil tes material lapangan dan lain sebagainya.

B. Penyajian Data (*Data display*).

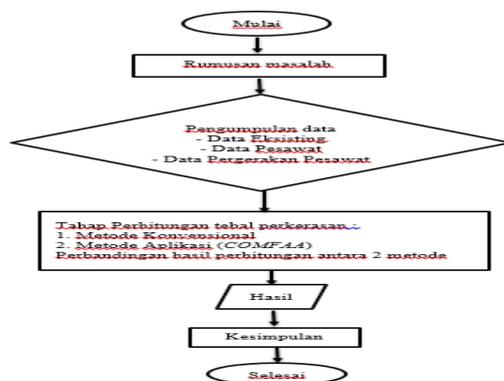
Penyajian dilakukan untuk memudahkan bagi peneliti untuk melihat gambaran secara keseluruhan atau bagian tertentu dari penelitian. Penyajian data dibatasi sebagai sekumpulan informasi tersusun yang memberi kemungkinan adanya penarikan kesimpulan dan pengambilan tindakan. Dalam penelitian ini, penyajian data diwujudkan dalam bentuk uraian dan foto atau gambar sejenisnya. Akan tetapi, paling sering digunakan untuk menyajikan data dalam penelitian ini adalah teks naratif.

C. Penarikan Kesimpulan

Melakukan verifikasi secara terus menerus sepanjang proses penelitian berlangsung, yaitu sejak awal memasuki lokasi penelitian dan selama proses pengumpulan data. Penulis berusaha untuk menganalisis dan mencari pola, tema, hubungan persamaan, hal-hal yang sering timbul, hipotesis dan sebagainya yang dituangkan dalam kesimpulan yang tentative.

3.5 Tahapan Penelitian.

Proses analisis data perencanaan perkerasan lentur dalam Tugas Akhir ini ditampilkan dalam bagan tahapan penelitian berikut ini:



Sumber : Analisa Penulis

Gambar 3.1. Diagram Alur Analisis Data Perencanaan Perkerasan

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Kondisi Eksisting.

Data-data yang digunakan dalam pembuatan dan penyusunan Tugas Akhir sebagai berikut ini:

4.1.1 Data Bandar Udara

Kabupaten Natuna merupakan salah satu Kabupaten di Propinsi Kepulauan Riau, Dalam peta Kepulauan Riau, Kabupaten Natuna nampak memanjang dari Timur ke Barat, terletak di sebelah Utara garis khatulistiwa dalam koordinat 4°30'30" - 4°48'02" Lintang Utara dan 107°43'06" - 108°01'46" Bujur Timur, serta mempunyai batas-batas sebagai berikut :

- Sebelah Utara berbatasan dengan Laut Cina Selatan
- Sebelah Timur berbatasan dengan Laut Cina Selatan
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Bintan

- Sebelah Barat berbatasan dengan Semenanjung Malaysia dan Kabupaten Kepulauan Anambas

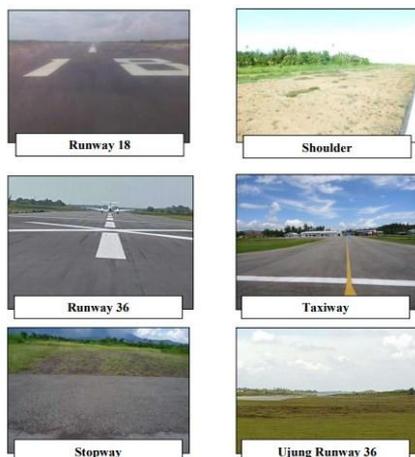
Kabupaten Natuna terletak pada ketinggian 0 – 550 meter dari permukaan laut, dengan keadaan topografis dasar hingga bukit sedang dataran rendah yang umumnya tersebar di sekitar pantai dan letaknya bervariasi. Sebagai dasar untuk rencana pengembangan bandar udara diperlukan pemahaman yang baik terhadap kondisi bandar udara saat ini (eksisting), baik dari segi lingkungan sekitar bandar udara maupun daerah regional sekitar kawasan Kabupaten Natuna pada umumnya, yang dalam beberapa aspek terkait dengan keberadaan bandar udara. Berdasarkan KM.69 Tentang Kebandarudaraan, Lanud Raden Sadjad Ranai di Natuna dalam penggunaannya termasuk bandara domestik, dengan hirarki sebagai lapangan udara berkategori B.

Lanud Raden Sadjad Ranai merupakan Bandar Udara Unit Pelaksana Terpadu Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, termasuk Bandar Udara kelas III dengan data teknis sebagai berikut:

Nama Bandar Udara : Ranai – Natuna Kota
 Lokasi Bandar Udara : Natuna
 Provinsi : Kepulauan
 Riau
 Lokasi Bandar Udara : Ranai
 Koordinat ARP : 3.55'12" LU - 108°23' BT
 Operating Hours : 07.00 – 16.00 WIB
 Arah dan jarak dari kota : Arah Selatan Kota dan 4 KM dari kota
 Nama Operator Bandara : Direktorat Jenderal Perhubungan Udara
 Data Landas Pacu (*Runway*) :

- Dimensi : 2.560 m x 45 m
- Konstruksi : *Asphalt Hotmix*
- Kondisi saat ini : Baik

Berikut ini foto fasilitas sisi udara Lanud Raden Sadjad Ranai:



Sumber : Dokumentasi

Gambar 4.1. Kondisi Eksisting Lanud Raden Sadjad Ranai Kabupaten Natuna



Sumber: *Google Earth, 2016*

Gambar 4.2. Foto Citra Satelit Udara Lanud Raden Sadjad Ranai

4.1.2 Data Prakiraan Kebutuhan Permintaan Lalu Lintas Angkutan Udara

Rencana pembangunan dan pengembangan fasilitas bandar udara untuk memenuhi kebutuhan operasi penerbangan dan pelayanan bandar udara dilakukan terutama berdasarkan perkembangan lalu lintas angkutan udara. Berdasarkan studi Rencana Induk Lanud Raden Sadjad Ranai, prakiraan terhadap lalu lintas tercantum sebagai berikut:

4.2 Prakiraan Permintaan Jasa Angkutan Udara Lanud Raden Sadjad Ranai

NO	URAIAN	EKSISTING (2016)	TAHAP I	TAHAP II	KETERANGAN
1	Pergerakan Penumpang (Pnp)				
	a. Tahunan	32.193	66.430	71.430	Penumpang
	b. Harian	98	-	-	Penumpang
	c. Jam Sibuk	50	141	229	Penumpang
2	Pergerakan Pesawat (Pesawat)				
	a. Tahunan	1.095	2.355	4.870	Pesawat
	b. Harian	1	1	0,13	Pesawat
	c. Jam Sibuk	1	1	1	Pesawat
3	Kargo (ton)	-	6.899	7.732	Ton-Tahun
4	Jumlah Pesawat Jam Sibuk	-	-	-	
5	Pesawat terbesar yang dilayani	C130 Hercules	ATR 72-500	ATR 72-500 Boeing 737-500	Pesawat
6	Rute Terjauh	Tanjung Pinang	Batam	Jakarta	-

Sumber: Rencana Induk Lanud Raden Sadjad Ranai

4.3 Analisis Perencanaan Perkerasan Lentur dengan Metode FAA

Dari data jumlah keberangkatan pesawat terbang tahunan yang diperoleh, kemudian digunakan untuk menganalisis tebal lapis perkerasan kaku dengan menggunakan metode FAA (*Federal Aviation Administration*) sebagai berikut Perancangan lapis perkerasan kaku dengan menggunakan metode FAA dilakukan dengan beberapa tahap sebagai berikut:

- Menentukan pesawat rencana (*Critical Aircraft*)
Pesawat rencana dipilih sesuai dengan jenis pesawat terbanyak beroperasi di Lanud Raden Sadjad Ranai yaitu pesawat C130 dan *Boeing 737-500* merupakan pesawat yang terbesar yang mendarat pada Lanud Raden Sadjad Ranai.
- Menentukan beban roda pesawat (W2) dan pesawat rencana (W1)
Dalam menghitung beban roda pesawat, beban yang digunakan adalah beban tiap roda yang terletak pada *main gear*. Dalam menentukan beban tiap roda, distribusi beban pada *main gear* dianggap sama sebesar 95% dari MTOW (*maximum takeoff weight*) pesawat untuk semua tipe pesawat.

Beban roda pesawat rencana (W1) B737- 500.

W1 =% distribusi main gear x MTOW pesawat rencana x 1/N Keterangan:

W1 = beban roda pesawat rencana

Lbs = jumlah roda pendaratan

Jumlah roda pendaratan : 4 Tipe

Roda : dual wheel

MTOW : 133.000

lbs W1 = 95 % x 133.000

lbs x 1/4 = 0.95x133.000/4=31.587 lbs Beban roda pesawat (W2) W2=% distribusi main gear x MTOW pesawat rencana x 1/N

Keterangan:

W2 = beban rodapesawat rencana lbs

N = jumlah roda pendaratan C – 130

Jumlah roda pendaratan : 4 Tipe

Roda : Dual wheel

W2 = 95 % x 155.000 lbs x 1/4 = 36.812

lbs Hasil beban roda pesawat (W2) untuk semua tipe pesawat, dapat dilihat pada tabel 4.2 data tipe pesawat dan konfigurasi beban roda.

Jumlah roda pendaratan : 4 Tipe

Roda : Dual whel W2

= 95 % x 155.000 lbs x 1/4 = 36.812 lbs Hasil beban roda pesawat (W2) untuk semua tipe pesawat, dapat dilihat pada tabel 4.2 data tipe pesawat dan konfigurasi beban roda.

Tabel. 4.2. Data tipe pesawat dan konfigurasi beban roda

No	Jenis Pesawat	MTOW	Tipe Roda	Jumlah Roda	W2 (lbs)
1	B 737-500	133.000	Dual Wheel	4	31.587 lbs
2	C 130	155.000	Dual Wheel	4	36.812 lbs

Sumber: Analisa Penulis

Menentukan *Equivalent Annual Departures* pesawat, Jumlah keberangkatan untuk setiap jenis pesawat dikonversikan terlebih dahulu kedalam pesawat rencana. Nilai *equivalent annual departures* ditentukan dengan cara jumlah keberangkatan pesawat terkoreksi (R2) dikonversi sesuai dengan perbandingan antara beban roda pesawat (W2) dan beban roda pesawat rencana (W1) menggunakan persamaan.

$$\text{Log R1} = \text{Log R2} (W2/W1)^{0,5}$$

Dengan:

R1 : equivalent annual departures

R2 : keberangkatan pesawat terkoreksi W1 : beban roda pesawat rencana

W2 : beban roda pesawat Mengalikan keberangkatan tiap pesawat terhadap pesawat dengan factor koreksi (R2) yang terdapat pada tabel 4.2.

Boeing 737-500 = 1.500 pesawat Konversi dual wheel ke single tandem : 0,5 jumlah tiap pesawat x nilai konversi 1.500 x 0,5 = 750 Pesawat

Tabel 4.3. Nilai Keberangkatan terkoreksi

No	Jenis Pesawat	Keberangkatan	Faktor Konversi	Keberangkatan terkoreksi (R2)
1	Boeing 737-500	1.500	0,5	750
2	C 130 -Hercules	52	0,5	26

Sumber: Analisa Penulis

Nilai Equivalent Annual Departures Pesawat rencana B 737-500

$$\text{Log R1} = \text{Log R2} ((W2)/W1)^{0,5}$$

$$\text{Log R1} = \text{Log } 750 ((36.812)/31.587)^{0,5}$$

$$\text{Log R1} = 2.1036 (1,0795)$$

$$\text{Log R1} = 3,1036$$

$$R1 = [10]^{3,1036} = 12.694 \text{ lbs}$$

Nilai dari perhitungan annual departures pesawat lain: C 130

$$\text{Log R1} = \text{Log R2} ((W2)/W1)^{0,5}$$

$$\text{Log R1} = \text{Log } 26 ((36.812)/31.587)^{0,5} \text{ Log R1} = 1,415 (1,0795)$$

$$\text{Log R1} = 1,5276$$

$$\text{Log R1} = [10]^{1,5276} = 33.697,78 \text{ lbs}$$

Tabel. 4.4. Hasil dari perhitungan nilai equivalent

No	Jenis Pesawat	W2 (lbs)	W1 (lbs)	Keberangkatan Terkoreksi (R2)	EAD (R1) lbs
1	C-130 Hercules	36.812	31.587	26	33.697,78

Sumber: Analisa Penulis

Hasil *equivalent annual departure* (R1) pada pesawat C-130 Hercules adalah 33.697,78 lbs. *Equivalent Annual Departures* (EAD) pesawat rencana adalah hasil dari jumlah seluruh EAD semua jenis pesawat yang telah dikonversi ke tipe pesawat rencana dengan perbandingan beban roda pesawat dan tipe konfigurasi roda pesawat. EAD. Pesawat rencana harus kurang dari 25.000 lbs apabila total EAD lebih dari 25.000 lbs maka perlu adanya koreksi pada lapis perkerasan lentur sesuai dengan metode FAA.

1. Analisis Tebal Perkerasan Lentur Tanah Dasar (*subgrade*)

- a. Dari data sekunder hasil penyelidikan tanah didapatkan bahwa klasifikasi jenis tanah berdasarkan USCS (*unified soil Clasification System*) adalah kepadatan tanah sebagian baik dengan nilai *California Bearing Ratio* (CBR) 20 %.
- b. Dalam perencanaan perkerasan ini, CBR tanah dasar (*subgrade*) yang digunakan adalah 20 %. Nilai ini sesuai dengan standar nilai CBR dalam spesifikasi dan Syarat dari Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. Dari nilai CBR ini sehingga dapat diketahui nilai *K subgrade (modulus reaction of subgrade)*

dengan perhitungan sebagai berikut: CBR : 20 %

$$E = 26 \times k^{1,284}$$

$$= 26 \times [242]^{1,284}$$

$$= 29.908,3378 \text{ psi}$$

$$= (29.908,3378 \text{ psi}) / (145$$

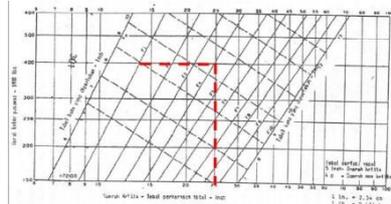
Mpa)

$$= 206,2643 \text{ Mpa Kekuatan subgrade (k subgrade) CBR : 20 \% k = 242 \text{ pci} = 65,824$$

MN/m³

$$E = (29.908,3378 \text{ Psi}) / (145 \text{ Mpa})$$

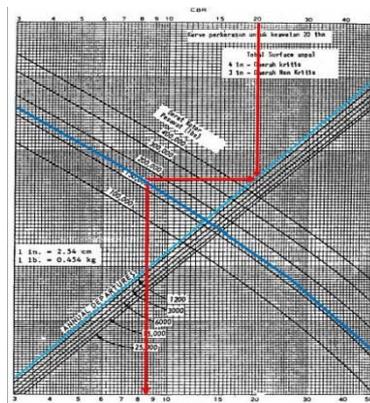
$$= 206,2643 \text{ Mpa}$$



Sumber: Analisa Penulis

Gambar 4.3. Kurva Evaluasi Perkerasan

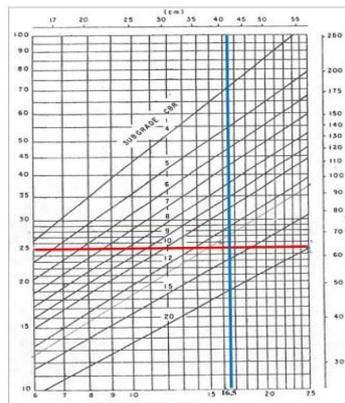
Berdasarkan kurva evaluasi tebal perkerasan lentur dengan memasukan hubungan antara harga CBR dengan klasifikasi *Subgrade* menurut FAA termasuk kategori F1 yaitu CBR 20% dan diperoleh tebal *surface coarse* 8,5 inch atau 21,59 cm dari total tebal perkerasan 25 inch atau 63,5 cm.



Sumber: Analisa Penulis

Gambar 4.4. Kurva Rencana Perkerasan Lentur

Berdasarkan kurva evaluasi tebal perkerasan lentur dengan memasukan hubungan antara CBR dengan *annual departure* menurut FAA diperoleh tebal *surface coarse* 8,5 inch atau 21,59 cm dari total tebal perkerasan 25 inch atau 63,5 cm.



Sumber: Analisa Penulis

Gambar 4.5. Tabel Minimum Subbase Course yang diperlukan

Berdasarkan tabel minimum *base coarse* yang diperlukan dengan memasukan hubungan antara harga CBR (20%) menurut FAA diperoleh tebal *subbase coarse* 16,5 inch atau 41,91 cm dari total tebal perkerasan 25 inch atau 63,5 cm.

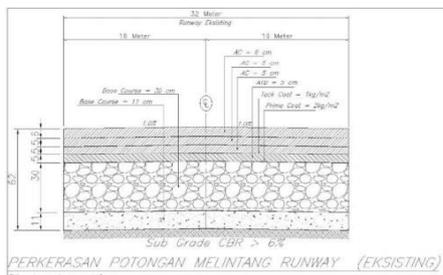
4.4 Hasil Akhir Perhitungan Konvensional dengan Metode FAA

Hasil analisis perkerasan lentur pada *runway* atau landas pacu Lanud Raden Sadjad Ranai dengan menggunakan metode FAA adalah sebagai berikut :

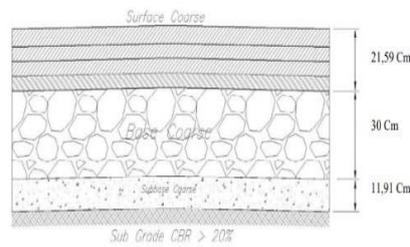
1. Desain tebal struktur perkerasan lentur
Pesawat rencana yang digunakan adalah Pesawat *C-130 Hercules* dan *Boeing 737-500* dimana pesawat terbesar yang mendarat pada Lanud Raden Sadjad Ranai Kabupaten Natuna.
2. Desain tebal struktur perkerasan lentur pada *runway* atau landas pacu Lanud Raden Sadjad Ranai perhitungan konvensional menggunakan metode FAA menghasilkan lapisan *surface coarse* setebal 21,59 cm dan tebal *subbase coarse* 41,91 cm. Sehingga total tebal perkerasan lentur sebesar 63,5 cm.

4.5 Hasil Perhitungan Perbandingan FFA.

Data rencana lapangan :



Data Analisis Konvensional :



4.6 Hasil Perhitungan Dengan Aplikasi COMFAA.

A. Mengevaluasi nilai *equivalent* terhadap ketebalan lapisan konstruksi yang didapat dari hasil perhitungan sebelumnya, dimana masing-masing ketebalan lapisan setelah di lakukan evaluasi hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.6. Data Rencana Lapangan Gambar 4.8.

Sumber: penulis

Flexible Pavement Structure	Subgrade CBR	Subgrade CBR	Existing Pavement Layer Thickness	ENTER Existing Layer Thickness
P-4613 P-461	1.8	1.8	P-4613	210.0 mm
P-304 CONCRETE	1.2	1.2	P-304	0.0 mm
P-304 CEM. TRTD	1.2	1.2	P-304	0.0 mm
P-309 CR. AGG	1.0	1.4	P-309	300.0 mm
P-309 agg. P-211	1.0	1.2	P-309	0.0 mm
P-301 sub. coarse	1.0	1.2	P-301	0.0 mm
P-104 Subbase	1.0	1.0	P-104	110.0 mm

Equivalent Thickness, mm	Subgrade CBR	20.0
P-4613	300.0	
P-309	300.0	
Sub	330.0	
Total	630.0	

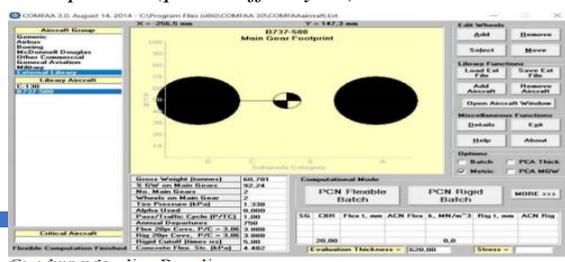
ENTER Ref. Section Requirements	Subgrade CBR	20.0
P-461 reference 1	300.00	
P-309 reference 1	300.00	

COMFAA Inputs	Subgrade CBR	20.0
Evaluation thickness	11432 mm	
Evaluation CBR	20.0	
Recommended PCN Code:	FIAX	

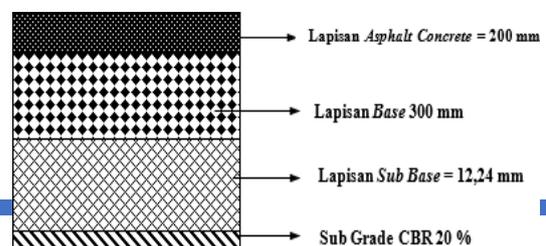
Sumber : Analisa Penulis

Gambar 4.8 Ekuivalen thickness Spreadsheet

B. Didapatkan tebal *Ekuivalen* dari lapisan material penyusun untuk konstruksi *fleksibel*, maka langkah selanjutnya, mengkoreksi nilai *PCN* nya, dengan bantuan program *COMFAA*, pengoreksian di lakukan terhadap pesawat rencana yang terbesar, dan dengan memperhitungkan pergerakan pesawat di landasan sebanyak *annual departure (pass/traffic cycle)*.



Sumber : Ana



Sumber : Analisa Penulis

Gambar 4.11 Struktur Lapisan Perkerasan Baru hasil aplikasi COMFAA

lisa Penulis

Gambar 4.9 Input Data Pada Aplikasi COMFAA

Perhitungan tebal perkerasan *runway* dengan pesawat yang digunakan adalah *C-130 Hercules* dan *Boeing 737-500* menggunakan aplikasi *COMFAA*. Dari hasil Aplikasi *COMFAA* mendapatkan struktur tebal perkerasan yang baru masing-masing yaitu:

- a) Lapisan *Asphalt Concrete (Surface)* = 20cm
- b) Lapisan *base* (Batu Pecah) = 30 cm
- c) Lapisan *subbase* (Batu Makadam) = 12,24 cm Total tebal perkerasan untuk pesawat *C-130 Hercules* dan *Boeing 737-500* adalah 63,24 cm.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan menggunakan metode FAA untuk peningkatan tebal pekerasan lentur (*flexible pavement*) pada *runway* di Lanud Raden Sadjad Ranai Kabupaten Natuna maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Hasil analisis yang telah digunakan dengan menggunakan perbandingan metode FAA konvensional dan aplikasi *COMFAA* untuk tebal perkerasan lentur pada *runway* Lanud Raden Sadjad Ranai Kabupaten Natuna yaitu 21,59 cm untuk *surface coarse* dan tebal *subbase coarse* 41,91 cm sehingga tebal perkerasan lentur sebesar 63,5 cm. Dan aplikasi *COMFAA* yaitu 20 cm untuk *surface coarse*, dan tebal *base coarse* 30 cm serta *subbase* 12,24 cm sehingga total tebal perkerasan lentur yaitu 63,24 cm, maka berdasarkan hasil tebal perkerasan lentur dari perbandingan konvensional dan aplikasi *COMFAA* sudah cukup baik, dari data aktual rencana pelaksanaan.

5.2 Saran.

Setelah menyelesaikan analisis peningkatan tebal perkerasan lentur *runway* Lanud Raden Sadjad Ranai Kabupaten Natuna dengan menggunakan metode FAA, maka saran yang dapat penulis berikan adalah sebagai berikut:

1. Dalam kasus ini, metode yang digunakan hanya metode FAA, sehingga perlu dilakukan analisis dengan menggunakan metode-metode perancang yang lainnya sehingga semakin dapat memberikan perbandingan dari hasil yang diperoleh.
2. Dalam menganalisis tebal perkerasan lentur, perlu dicoba menggunakan pesawat rencana yang lebih besar seperti tipe *Airbus*, sehingga *runway* dapat digunakan untuk jenis pesawat yang lebih besar di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

Seno, R.Haryo T. Ahyudanari, Ervina. 2015, Evaluasi Kekuatan Perkerasan Sisi Udara (Runway, Taxiway, Apron) Bandara Juanda dengan Metode Perbandingan ACN-PCN, Jurnal Teknik ITS, No.1, Vol 4, Surabaya.

I Wayan S, I Gusti P S, dan Fitri L N. 2016, Analisis Prospek Operasional A380 dan B787 Dreamliner pada Bandar Udara Internasional Ngurah Rai Bali. Jurnal Teknik UNUD, No.2, Vol.1, Bali.

Muliasari, Ataline. Purnama, M. Herry. 2012. Peningkatan Fasilitas Landas Pacu Bandar Udara Fatmawati Soekarno – Bengkulu untuk Meningkatkan Pelayanan Penerbangan. Jurnal Teknik UNIB, No.1, Vol.1, Bengkulu.

Horonjeff, R., dan McKelvey, F. X. 1994, "Perancangan dan Perencanaan Bandar Udara", Jilid 4. Erlangga. Jakarta. *International Civil Aviation (ICAO)*, (1999). "International Standards and Recommended Practices, Aerodromes – Annex 14", Third Edition, July 1999.

PERATURAN DIREKTURJENDERAL PERHUBUNGAN UDARA NOMOR: KP 39 TAHUN 2015

Basuki, H., 1986, “Merancang dan Merencana Lapangan Terbang”, PT. Alumni, Bandung.
<https://bandara.id/bandara-udara/pengertian-bandar-udara-airport>

<http://e-journal.uajy.ac.id/2997/3/2TA12303.pdf>

<http://bestananda.blogspot.com/2015/05/karakteristik-pesawat-terbang.html>

https://www.slideshare.net/jessvargas18/desain-perkerasan-di-bandara?from_action=save